

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-222099
(P2001-222099A)

(43)公開日 平成13年8月17日(2001.8.17)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード [*] (参考)
G 0 3 F 1/08		G 0 3 F 1/08	B 2 H 0 9 j
H 0 1 J 37/20		H 0 1 J 37/20	E 5 C 0 0 1
37/305		37/305	B 5 C 0 3 4
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 0 2 P

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 10 頁)

(21)出願番号 特願2000-33268(P2000-33268)

(22)出願日 平成12年2月10日(2000.2.10)

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 小笠原 宗博

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 砂押 仁

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(74)代理人 100081732

弁理士 大胡 典夫 (外2名)

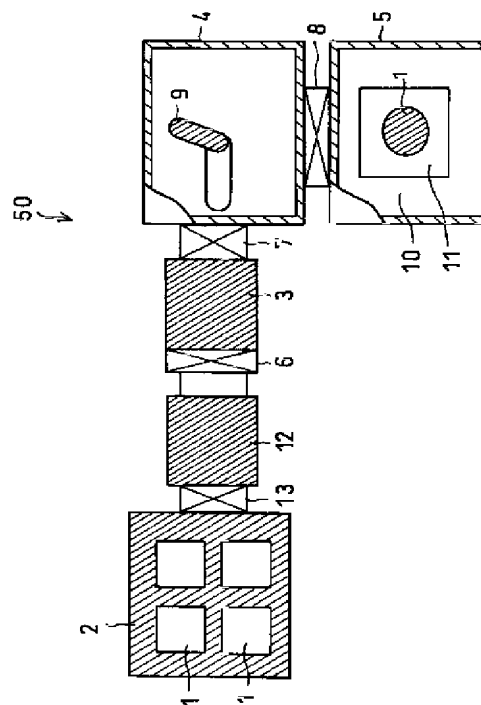
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 荷電ビーム描画装置および荷電ビーム描画方法

(57)【要約】

【課題】 ガラス基板1の温度を試料室5内温度と同一にするための待機時間を低減する荷電ビーム描画装置及び方法の提供を目的とする。

【解決手段】 荷電ビーム描画装置50は、ガラス基板1が搬送される方向に、ガラス基板1が複数収納されるカセットストック2と、内部に温度制御手段14を有する予備室12と、排気可能なロードロックチャンバ3と、装置運転中は内部が真空化されているロボット室4と、装置が運転中は内部が真空化され、ガラス基板1に描画が行われる試料室5とからなる。試料室5内には、ガラス基板1を載置可能なステージ10が設けられ、試料室5上部には電子ビームを発する電子銃や電子ビームをパタン形状に成形する各種アパーチャ、レンズ、偏向器などを備えた鏡筒11が設けられる。このような予備室12の構成により、ガラス基板1の温度を速やかに試料室5内の温度と同一にすることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】真空化された内部に、表面にパターンが描画される基板が搬送され、前記基板表面に前記パターンの描画をなす処理室と、

真空化された内部に前記処理室に搬送される前記基板が搬送され、搬送された前記基板の温度を実質的に前記処理室内の温度と同一温度に制御する温度制御手段を有する予備室と、

前記処理室に設けられ、前記基板表面に描画されるパターン形状に形成された荷電ビームを発する荷電ビーム発生部と、

前記処理室内に設けられ、前記予備室から搬送された前記基板を保持する保持台とを具備することを特徴とする荷電ビーム描画装置。

【請求項2】真空化された内部に、表面にパターンが描画される基板が搬送され、前記基板表面に前記パターンの描画をなす処理室と、

真空化された内部に前記処理室に搬送される前記基板が搬送され、搬送された前記基板の温度を前記処理室内の温度に対して ± 0.1 度以内に制御する温度制御手段を有する予備室と、

前記処理室に設けられ、前記基板表面に描画されるパターン形状に形成された荷電ビームを発する荷電ビーム発生部と、

前記処理室内に設けられ、前記予備室から搬送された前記基板を保持する保持台とを具備することを特徴とする荷電ビーム描画装置。

【請求項3】真空化された内部に、表面にパターンが描画される基板が搬送され、前記基板表面に前記パターンの描画をなす処理室と、

真空化された内部に前記処理室に搬送される前記基板が搬送され、搬送された前記基板の温度を実質的に前記処理室内の温度と同一温度にするために、内部に載置された前記基板の少なくとも一面に対し離間して設けられる保温手段と、前記温度伝達手段の前記基板に対向していない側に設けられる断熱手段と、内部を媒体が通流することで前記温度伝達手段と熱の授受を行う熱授受手段と、を有する予備室と、

前記処理室に設けられ、前記基板表面に描画されるパターン形状に形成された荷電ビームを発する荷電ビーム発生部と、

前記処理室内に設けられ、前記予備室から搬送された前記基板を保持する保持台とを具備することを特徴とする荷電ビーム描画装置。

【請求項4】真空化された内部に、表面にパターンが描画される基板が搬送され、前記基板表面に前記パターンの描画をなす処理室と、

真空化された内部に不活性ガスが導入され、前記処理室に搬送される前記基板が搬送され、前記基板の温度を実質的に前記処理室内の温度と同一温度に制御する温度制

御手段を有する予備室と、

前記処理室に設けられ、前記基板表面に描画されるパターン形状に形成された荷電ビームを発する荷電ビーム発生部と、

前記処理室内に設けられ、前記予備室から搬送された前記基板を保持する保持台とを具備することを特徴とする荷電ビーム描画装置。

【請求項5】前記予備室は、前記予備室に搬送される基板が複数収納される基板収納部と、前記処理室との間の前記基板搬送過程に設けられることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の荷電ビーム描画装置。

【請求項6】真空化された内部に、表面にパターンが描画される基板が搬送され、前記基板表面に前記パターンの描画をなす処理室と、

真空化された内部に前記基板が搬送され、前記基板の温度を実質的に前記処理室内の温度と同一温度に制御する温度制御手段を有する第1の容器と、

前記第1の容器に接続され、内部が排気可能な第2の容器と、

前記第2の容器と前記処理室とに接続され、前記第2の容器から前記処理室へ前記基板を搬送する搬送手段を有し、内部が真空化された第3の容器と、

前記処理室に設けられ、前記基板表面に描画されるパターン形状に形成された荷電ビームを発する荷電ビーム発生部と、前記処理室内に設けられ、前記第3の容器から搬送された前記基板を保持する保持台とを具備することを特徴とする荷電ビーム描画装置。

【請求項7】前記基板はレチクルであることを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載の荷電ビーム描画装置。

【請求項8】荷電ビームを照射することにより、処理室内に載置される基板の表面にパターンを描画する荷電ビーム描画方法において、

第1の容器に前記基板を搬送する工程と、

前記第1の容器内に搬送された前記基板の温度を実質的に前記処理室内の温度と同一温度に制御する温度制御工程と、

内部が排気可能な第2の容器に、前記温度制御された基板を搬送する工程と、

前記第2の容器内を排気する工程と、

内部が排気された第3の容器に、内部が排気された前記第2の容器から前記基板を搬送する工程と、

内部が排気された前記処理室に、前記第3の容器から前記基板を搬送する工程と、

前記処理室内に搬送された前記基板表面にパターンを描画する行程とを有することを特徴とする荷電ビーム描画方法。

【請求項9】荷電ビームを照射することにより、処理室内に載置される基板の表面にパターンを描画する荷電ビーム描画方法において、

第1の容器に前記基板を搬送する工程と、
前記第1の容器内に搬送された前記基板の温度を前記処理室内の温度に対して0.1度以内の温度に制御する温度制御工程と、
内部が排気可能な第2の容器に、前記温度制御された基板を搬送する工程と、
前記第2の容器内を排気する工程と、
内部が真空化された第3の容器に、内部が排気された前記第2の容器から前記基板を搬送する工程と、
内部が排気された前記処理室に、前記第3の容器から前記基板を搬送する工程と、
前記処理室内に搬送された前記基板表面にパターンを描画する工程とを有することを特徴とする荷電ビーム描画方法。

【請求項10】前記基板は、レチクルであることを特徴とする請求項8乃至9のいずれかに記載の荷電ビーム描画方法。

【請求項11】前記不活性ガスは、ヘリウム、または窒素の少なくとも一方を含んでいることを特徴とする請求項4に記載の荷電ビーム描画装置。

【請求項12】前記予備室内の圧力が1トール以上で前記不活性ガスが導入されることを特徴とする請求項4に記載の荷電ビーム描画装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、基板表面にパターンが描画される荷電ビーム描画装置および荷電ビーム描画方法に係り、特に、電子ビームをレジストを塗布したガラスレチクル上に照射しレチクル上にパターンを形成する荷電ビーム描画装置および荷電ビーム描画方法に関する。

【0002】

【従来の技術】光リソグラフィにおいて、パターン形成精度は使用される光マスクのパターンの精度に大きく依存する。

【0003】近年、パターン形成の際に要求精度が厳しくなるに伴い、描画されている間にマスク基板のガラスの温度が変化し、この温度変化に伴ってマスク基板の寸法が変化し、結果として描画されたパターンの位置精度が劣化するといった恐れが高まってきた。

【0004】図5の従来の電子ビーム描画装置の一部切欠上面図を参照して、従来の構成、動作について説明する。

【0005】荷電ビーム描画装置50は、ガラス基板1が積層された積層体が複数収納されるカセットストック2と、給排気により大気化、真空化が可能なロードロックチャンバ3と、装置運転中は内部が真空化されているロボット室4と、装置が運転中は内部が真空化され、ガラス基板1に描画が行われる試料室5とからなる。尚、荷電ビーム描画装置50は、温度湿度がほぼ一定に制御

されたクリーンルーム内に設けられている。

【0006】カセットストック2とロードロックチャンバ3とは、ゲートバルブ6にて接続され、ロードロックチャンバ3とロボット室4とはゲートバルブ7にて接続され、ロボット室4と試料室5とはゲートバルブ8にて接続されている。

【0007】ロボット室4内には、真空中でガラス基板1を搬送するロボット9が設けられている。カセットストック2とロードロックチャンバ3との間でガラス基板1を搬送する搬送ロボット（図示しない）もある。

【0008】試料室5内には、ガラス基板1を載置可能なステージ10と、内部に電子ビームを発する電子銃や電子ビームをパターン形状に成形する各種アパーチャ、レンズ、偏向器などを備えた鏡筒11が試料室5の上方に接続され、設けられる。

【0009】なお、ガラス基板1は、 SiO_2 層とCr層とレジスト層の順に3層が積層されてなるものである。

【0010】カセットストック2に載置されるガラス基板1は、搬送ロボットによりロードロックチャンバ3に運ばれ、真空排気された後に、真空ロボット9により試料室5のステージ10に運ばれ、ガラス基板1表面にパターンの描画が行われる。

【0011】例えば、正方形のガラス基板1の初期温度と、描画が実際に行われる試料室5の内壁の温度とが1度異なるとすると、6インチレチクルの熔融石英の線膨張率を $0.4 \times 10^{-6} / \text{K}$ とした場合、ガラス基板1の各辺に平行な方向に約60[nm]寸法が変化する。従って、描画されたパターンは最大60[nm]程度のパターン位置のずれが生ずることになる。荷電ビーム描画装置が内部に配置されたクリーンルーム内の温度は一定に保持されているが、この寸法変動は、先端デバイスの製造に用いられるマスクには到底受け入れられる値ではない。

【0012】このような問題を解決する方法として、例えば試料室5にガラス基板1を搬送した後で、ガラス基板1の温度が試料室5と同程度になるまで待ってから描画することが考えられる。この場合、試料室5とガラス基板1との熱のやりとりは輻射によるものが主である。

【0013】今、ガラスの物性値として、熱伝導係数 $k = 1.4 \cdot 2 \cdot 10^{-1} [\text{J} / \text{m} \cdot \text{s} \cdot \text{K}]$ 、石英の密度 $\rho = 2.2 \cdot 2 \cdot 10^6 [\text{g} / \text{m}^3]$ 、低積比熱 $c_v = 0.84 [\text{J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}]$ 、レチクル厚さ $6 [\text{mm}]$ 、外気温 $T_0 = 300 [\text{K}]$ 、エミッシビティ $f = 1.0$ とし、ステファンボルツマン定数 $\sigma = 5.67 \cdot 10^{-8} [\text{W} / \text{m}^2 \cdot \text{K}^4]$ 、試料室5内温度を $300 [\text{K}]$ と仮定する。

【0014】ガラス表面に垂直な方向をx軸とすれば、温度分布が一様であると近似して、ガラス表面の温度と試料室5内壁との温度差を u とし、ガラス表面での境界条件は両面で近似的に $k \cdot du / dx = -4 \cdot \sigma \cdot T_0^3 \times u$

で与えられる。

【0015】この場合の温度緩和の時定数は約1000秒となる。例えば、初期に温度差が1度あったとすれば、温度差が0.1度にまで緩和するまでにかかる時間は、この2.3倍かかる。

【0016】実際にはエミッシビティはこれよりも小さいので温度の緩和には、これ以上の時間を要する。

【0017】一方、温度が一定に保たれた流れの無い空気雰囲気を考えると、この場合は熱輻射に加えて熱伝導による熱の交換が起こりうるが、空気の熱伝導率 k_a は高々 $2.41 \times 10^{-4} [W/cm/K]$ 、低圧比熱は $1 [J/g/K]$ 、密度は $1.3 \times 10^{-3} [g/cm^3]$ であるので、熱拡散の係数は約、 $0.186 [cm^2/sec]$ と小さい。

【0018】従って、試料室5の内壁との距離が $1 [cm]$ であったとしても、温度分布が線形と仮定すると、温度の交換率は高々、 $2.41 [W/m^2/K]$ となり、 $4\sigma T^3 \approx 6 [W/m^2/K]$ となり、効率は非常に低い。

【0019】従って、クリーンルーム内などの制御された空間であっても、空気中においてはガラス基板1が試料室5内の温度と一定になるまでには1時間近い時間をとらなければならなかった。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】以上説明したように、上記のような構成をした従来の荷電ビーム描画装置では、クリーンルーム内で温度を一定に制御している場合でも、ガラス基板1と試料室5内の温度には相違があり、ガラス基板1の温度を、寸法誤差が生じない試料室5内の温度と実質的に同一温度になるまで待機していた。このため、ガラス基板1表面にパタンを描画するまでの待機時間が長く処理効率が低いという問題点があった。

【0021】そこで、本発明は上記従来の問題点に鑑みてなされたもので、待機時間を短くし、処理効率を向上させる荷電ビーム描画装置および荷電ビーム描画方法の提供を目的とする。

【0022】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明の荷電ビーム描画装置は、真空化された内部に、表面にパタンが描画される基板が搬送され、前記基板表面に前記パタンの描画をなす処理室と、真空化された内部に前記処理室に搬送される前記基板が搬送され、搬送された前記基板の温度を実質的に前記処理室内の温度と同一温度に制御する温度制御手段を有する予備室と、前記処理室に設けられ、前記基板表面に描画されるパタン形状に形成された荷電ビームを発する荷電ビーム発生部と、前記処理室内に設けられ、前記予備室から搬送された前記基板を保持する保持台とから構成される。

【0023】また、本発明の荷電ビーム描画装置は、真空化された内部に、表面にパタンが描画される基板が搬送され、前記基板表面に前記パタンの描画をなす処理室と、真空化された内部に前記処理室に搬送される前記基板が搬送され、搬送された前記基板の温度を前記処理室内の温度に対して ± 0.1 度以内に制御する温度制御手段を有する予備室と、前記処理室に設けられ、前記基板表面に描画されるパタン形状に形成された荷電ビームを発する荷電ビーム発生部と、前記処理室内に設けられ、前記予備室から搬送された前記基板を保持する保持台とから構成される。

【0024】また、本発明の荷電ビーム描画装置は、真空化された内部に、表面にパタンが描画される基板が搬送され、前記基板表面に前記パタンの描画をなす処理室と、真空化された内部に前記処理室に搬送される前記基板が搬送され、搬送された前記基板の温度を実質的に前記処理室内の温度と同一温度にするために、内部に載置された前記基板の少なくとも一面に対し離間して設けられる保温手段と、前記温度伝達手段の前記基板に対向していない側に設けられる断熱手段と、内部を媒体が通流することで前記温度伝達手段と熱の授受を行う熱授受手段と、前記処理室に設けられ、前記基板表面に描画されるパタン形状に形成された荷電ビームを発する荷電ビーム発生部と、前記処理室内に設けられ、前記予備室から搬送された前記基板を保持する保持台とを有する予備室とから構成される。

【0025】また、本発明の荷電ビーム描画装置は、真空化された内部に、表面にパタンが描画される基板が搬送され、前記基板表面に前記パタンの描画をなす処理室と、真空化された内部に不活性ガスが導入され、前記処理室に搬送される前記基板が搬送され、前記基板の温度を実質的に前記処理室内の温度と同一温度に制御する温度制御手段を有する予備室と、前記処理室に設けられ、前記基板表面に描画されるパタン形状に形成された荷電ビームを発する荷電ビーム発生部と、前記処理室内に設けられ、前記予備室から搬送された前記基板を保持する保持台とから構成される。

【0026】また、本発明の荷電ビーム描画装置は、真空化された内部に、表面にパタンが描画される基板が搬送され、前記基板表面に前記パタンの描画をなす処理室と、真空化された内部に前記基板が搬送され、前記基板の温度を実質的に前記処理室内の温度と同一温度に制御する温度制御手段を有する第1の容器と、前記第1の容器に接続され、内部が排気可能な第2の容器と、前記第2の容器と前記処理室とに接続され、前記第2の容器から前記処理室へ前記基板を搬送する搬送手段を有し、内部が真空化された第3の容器と、前記処理室に設けられ、前記基板表面に描画されるパタン形状に形成された荷電ビームを発する荷電ビーム発生部と、前記処理室内に設けられ、前記第3の容器から搬送された前記基板を

保持する保持台とから構成される。

【0027】次に、上記の目的と達成するための、本発明の荷電ビーム描画方法は、荷電ビームを照射することにより、処理室内に載置される基板の表面にパタンを描画する荷電ビーム描画方法において、第1の容器に前記基板を搬送する工程と、前記第1の容器内に搬送された前記基板の温度を実質的に前記処理室内の温度と同一温度に制御する温度制御工程と、内部が排気可能な第2の容器に、前記温度制御された基板を搬送する工程と、前記第2の容器内を排気する工程と、内部が排気された第3の容器に、内部が排気された前記第2の容器から前記基板を搬送する工程と、内部が排気された前記処理室に、前記第3の容器から前記基板を搬送する工程と、前記処理室内に搬送された前記基板表面にパタンを描画する行程とを有する。

【0028】また、本発明の荷電ビーム描画方法は、荷電ビームを照射することにより、処理室内に載置される基板の表面にパタンを描画する荷電ビーム描画方法において、第1の容器に前記基板を搬送する工程と、前記第1の容器内に搬送された前記基板の温度を前記処理室内の温度に対して0.1度以内の温度に制御する温度制御工程と、内部が排気可能な第2の容器に、前記温度制御された基板を搬送する工程と、前記第2の容器内を排気する工程と、内部が真空化された第3の容器に、内部が排気された前記第2の容器から前記基板を搬送する工程と、内部が排気された前記処理室に、前記第3の容器から前記基板を搬送する工程と前記処理室内に搬送された前記基板表面にパタンを描画する工程とを有する。

【0029】このような構成により、基板の温度を実質的に処理室内の温度と同一温度に制御することにより、処理室内の温度に達するまでの時間を短縮することができ、もって高精度な描画時の無駄時間を省くことができる。

【0030】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態の構成を図面を参照しながら説明する。

【0031】図1乃至図2は、本発明の第1の実施の形態を示すものである。

【0032】図1は、第1の実施の形態の一部切欠上面図であり、荷電ビーム描画装置50は、ガラス基板1（基板）が積層された積層体が複数収納されるカセットストック2（基板収納部）と、内部に温度制御手段14を有する予備室12（第1の容器）と、内部の気体を排気することにより大気化、真空化が可能なロードロックチャンバ3（第2の容器）と、装置運転中は内部が排気され真空化されているロボット室4（第3の容器）と、装置運転中は内部が排気され真空化されて、ガラス基板1に描画が行われる試料室5（処理室）とからなる。なお、ガラス基板1とは描画・現像・エッチングプロセスを経てマスクとなるレチクルを指す。予備室12は、カ

セットストック2と試料室5との間であってガラス基板1が搬送される搬送過程に設けられている。

【0033】カセットストック2と予備室12とはゲートバルブ13にて接続され、予備室12とロードロックチャンバ3とは、ゲートバルブ6にて接続され、ロードロックチャンバ3とロボット室4とはゲートバルブ7にて接続され、ロボット室4と試料室5とはゲートバルブ8にて接続されている。なお、ゲートバルブ13は必要に応じて設けることができる。各ゲートバルブが閉じていれば各部屋は隔離され、開いていれば各部屋は連通して同一雰囲気となる。

【0034】ロボット室4内には、真空下でガラス基板1を搬送するロボット9（搬送手段）が設けられている。カセットストック2とロードロックチャンバ3との間でガラス基板1を搬送する搬送ロボット（図示しない）もある。

【0035】試料室5内には、ガラス基板1を載置可能なステージ10（保持台）が設けられ、試料室5の上部には、電子ビームを発する電子銃（荷電ビーム発生部）や電子ビームをパタン形状に成形する各種アパーチャ、レンズ、偏向器などを備えた鏡筒11が設けられる。

【0036】なお、ガラス基板1は、SiO₂層と遮光膜層とレジスト層の順に3層が積層されてなるものである。遮光膜としてはCr層の上にCrの酸化物の層を形成したものが用いられており、MoSi膜やSiN膜などが用いられる場合もある。

【0037】また、ロードロックチャンバ3、ロボット室4、試料室5は、温度・湿度がほぼ一定に保たれ、単位体積辺りに存在する塵などの異物が規定値以下になっているクリーンルーム内に設けられている。カセットストック2、予備室12は、設計によってクリーンルーム内に設けることも、クリーンルーム外に設けることもできる。

【0038】ここで、予備室12内の温度制御手段14の構成について図2を参照して説明する。

【0039】図2（a）は、温度制御手段14の縦断面図であり、図2（b）は温度制御手段14の横断面図である。

【0040】ガラス基板1表面と距離hだけ離間して、ガラス基板1を挟むように平板状の恒温板15a（保温手段）、15b（保温手段）が、ガラス基板1の表面に対して略平行に設けられる。なお、恒温板15のx方向の長さは、ガラス基板1のx方向の長さよりも長く、良熱伝導性の材料から形成されている。また、恒温板15aのz方向の長さはガラス基板1のz方向の長さよりも大きく、恒温板15bのz方向の長さは構成上ガラス基板1よりも短くなっている。

【0041】ここで、好ましくは、ガラス基板1と恒温板15との距離hは熱伝導による熱の交換効率が熱輻射による熱交換よりも大きくなるように $k_a/h > 4\sigma T$

0.3 となる様にすれば良い。この式の関係を満たすためには距離 h を約 4 [mm] よりも小さくすることが必要である。例えば、 $h \sim 1$ [mm] の場合には熱輻射による熱交換と合わせて、熱輻射のみによる場合よりも約 5 倍効率が良くなる。 h が ~ 1 [mm] の場合には、温度緩和の時定数は 100 秒程度のオーダーとなり、ガラス基板 1 が恒温化される時間が大幅に短縮される。

【0042】また、恒温板 15 a と熱的に接続されて、ガラス基板 1 と対向していない面側に断熱板 16 a (断熱手段) が設けられる。断熱板 16 b (断熱手段) はガラス基板 1 を挟んで断熱板 16 a と略対称なる位置に配置される。

【0043】断熱板 16 a の内部には、例えば z 軸方向に貫通孔 17 a (熱授受手段) が形成され所定の温度に保たれた液体、例えば水が媒体として通流している。貫通孔 17 b (熱授受手段) は、貫通孔 17 a が断熱板 16 a 設けられたと同様に、断熱板 16 b に設けられる。

【0044】断熱板 16 a、16 b には、それぞれの温度を検知するための熱電対や放射温度計などの温度センサ 18 a、18 b が設けられている。また、ガラス基板 1 が載置されるであろう恒温板 15 a、15 b から略等距離の位置の温度を測定するために、温度センサ 18 c が設けられる。温度センサ 18 a、18 b、18 c は、制御部 18 d に接続される。

【0045】また、ガラス基板 1 は、予備室 12 内では、 x 方向に移動可能な支持部 19 a、19 b にて両端が支持されている。

【0046】このような構成からなる第 1 の実施の形態の動作について説明する。

【0047】(1) ゲートバルブ 6 が閉じていることを確認して、ゲートバルブ 13 を開き、カセットストック 2 に載置されるガラス基板 1 をロボット (図示しない) にて予備室 12 内の支持部 19 上に搬送し載置する。載置後ゲートバルブ 13 を閉じる。

【0048】ガラス基板 1 を予備室 12 内に搬送する場合には、支持部 19 をカセットストック 2 側に移動させ、カセットストック 2 に載置した後、元の位置 (恒温板 15 に挟持される位置) にカセットストック 2 を移動させることにより行う。

【0049】(2) ゲートバルブ 13 を閉じ、ガラス基板 1 が試料室 5 内部の温度と実質的に同一温度になるよう温度制御手段によって制御される。なお、予備室 12 では、ガラス基板 1 の温度を試料室 5 内の温度に対し ± 0.1 度以内となるよう制御する。

【0050】予備室 12 内の少なくともガラス基板 1 が載置される恒温板 15 で挟まれた空間は、貫通孔 17 を通流する媒体が恒温板 15 と熱の授受を行うことにより略一定の温度 (試料室 5 内の温度に対し ± 0.1 度以内) に保たれている。貫通孔 17 を流れる媒体の温度は、ガラス基板 1 が載置される空間が所定温度となるよ

う常に一定である。ガラス基板 1 は、恒温板 15 からの輻射により所定温度に近づいていく。

【0051】恒温板 15 に挟まれた空間は、恒温板 15 を覆う断熱板 16 により、より効果的に所定温度に保持されている。

【0052】また、温度センサ 18 c によりガラス基板 1 近傍の温度が測定され、ガラス基板 1 の温度が最適な温度範囲になるまで適宜検知されている。温度センサ 18 a、b は各貫通孔 17 を流れる媒体の温度を測定しており、ガラス基板 1 が載置される空間が所定温度領域から外れた場合には、媒体の温度を制御する制御部 18 d に信号を送る。

【0053】また、予備室 12 内は通常空気雰囲気であるが、適宜、不活性ガス、例えばヘリウム、窒素、アルゴンなどの気体を導入することでガラス基板 1 の恒温化を促進することができる。尚、不活性ガスの中でも熱伝導率が空気よりも小さい、ヘリウム、窒素が特に好ましく、ヘリウムのみ、窒素のみ、ヘリウムと窒素の混合ガスであっても良い。また、ヘリウムを本実施の形態の予備室 12 に導入する場合には、予備室 12 の内部の圧力は 1 トール以上であればヘリウムの平均自由行程が 0.15 [mm] となり好ましく、特に 0.1 トールであれば 1.5 [mm] となり更に好ましい雰囲気となる。

【0054】例えば予備室 12 の雰囲気としてヘリウムガスを用いた場合には、ヘリウムの熱伝導率は約 14.15×10^{-4} [W/cm/K] と、空気の熱伝導率と比べて約 6 倍も大きいので、熱交換に必要な時間を更に短縮できる。

【0055】(3) ロードロックチャンバ 3 内が大気化されていること、ゲートバルブ 7 が閉じていることを確認した後、ゲートバルブ 6 を開き、ロードロックチャンバ 3 内へガラス基板 1 をロボット (図示しない) にて搬送する。搬送後ゲートバルブ 6 を閉じる。

【0056】ロードロックチャンバ 3 では、内部が真空化されつつ、ガラス基板 1 がアースされて除電が行われる。

【0057】(4) ロードロックチャンバ 3 内がロボット室 4 の真空度と実質的に同一となった後、ゲートバルブ 8 が閉じていることを確認して、ゲートバルブ 7 を開き、ロボット室 4 へガラス基板 1 をロボット 9 にて搬送する。搬送後ゲートバルブ 7 を閉じる。

【0058】(5) ゲートバルブ 8 を開き、ロボット 9 にてガラス基板 1 を試料室 5 のステージ 10 上に搬送する。搬送後、ゲートバルブ 8 を閉じる。

【0059】(6) ガラス基板 1 表面に描画される所定パターン形状に成形された荷電ビームがガラス基板 1 表面に照射されて、所望パターンが描画される。

【0060】(7) 描画後、ゲートバルブ 8 を開き、ロボット 9 にてガラス基板 1 をロボット室 4 に搬送する。搬送後ゲートバルブ 8 を閉じる。

【0061】(8) ゲートバルブ7を開き、ロボット9にてガラス基板1をロードロックチャンバ3へ搬送する。搬送後ゲートバルブ7を閉じる。

【0062】(9) ロードロックチャンバ3内、予備室12内が大気化された後、ゲートバルブ6を開いて、ロボット(図示しない)にてガラス基板1を予備室12へ搬送する。搬送後ゲートバルブ6を閉じる。

【0063】(10) ゲートバルブ13を開いて、カセットストッカ2に、ロボット(図示しない)にてガラス基板1を搬送する。

【0064】(11) カセットストッカ2から新たな未処理のガラス基板1を処理するために、工程(1)に戻る。

【0065】以上述べたような第1の実施の形態では、予備室12内でガラス基板1を恒温化することにより、試料室5内で描画可能な所定温度になるまでの待機時間を大幅に減少させることができ、これをもって処理効率を向上する。

【0066】次に、本発明の第2の実施の形態の構成について図3を参照して説明する。

【0067】尚、以下の各実施の形態において、第1の実施の形態と同一構成要素は同一符号を付し、重複する説明は省略する。

【0068】第2の実施の形態の特徴は、予備室12内の恒温板15をガラス基板1の一方にのみ配置させたことである。

【0069】図3は、本発明の第2の実施の形態の予備室内のガラス基板近傍の概略構成図である。

【0070】ガラス基板1の一方の面側にのみ恒温板15を、所定距離離して設ける。恒温板15のx、z方向の長さはガラス基板1のx、z方向の長さよりも長くしている。

【0071】このような構成により、第2の実施の形態では、予備室12内でガラス基板1を恒温化することにより、試料室5内で描画可能な所定温度になるまでの待機時間を大幅に減少させることができ、もって処理効率を向上する。

【0072】また、恒温板15を設置する個数が少ないため費用低減に寄与するとともに、予備室12内に設置される各種部材が少なくなるため、各種部材から発生する恐れがあるガラス基板1へ付着する可能性を有する異物の生成を抑制することができる。

【0073】次に、本発明の第3の実施の形態の構成について、図4を参照して説明する。

【0074】第3の実施の形態の特徴は、ロードロックチャンバ3内に温度制御手段14が設けられていることである。

【0075】荷電ビーム描画装置は、ガラス基板1が搬送される方向に、カセットストッカと、ロードロックチャンバ3と、ロボット室と、試料室とからなり、ロード

ロックチャンバ3の構成、動作以外は第1の実施の形態と同様である。

【0076】ロードロックチャンバ3は、壁が二重構造となっており、内側が恒温板15、外側が断熱板16となっている。また断熱板16内には水などの媒体が通流可能な貫通孔17が穿設される。

【0077】ロードロックチャンバ3の内部空間と真空排気系の装置(ポンプなど)とが接続される位置にはバルブ20が、内部空間と不活性ガスが貯蔵されるタンクとが接続される位置にはバルブ21、22が設けられる。バルブ21にはヘリウムのタンクが、バルブ22には窒素のタンクが接続される。内部空間とバルブ21との間にはフィルタ23が、内部空間とバルブ22の間にはフィルタ24が設けられる。

【0078】また、ガラス基板1が載置される内部空間の圧力を測定するための圧力計25が設けられる。

【0079】このような構成からなる第3の実施の形態の動作について説明する。ガラス基板1が恒温化される工程以外は、第1の実施の形態の工程と同一であるため、恒温化の過程のみ説明する。

【0080】ガラス基板1がロードロックチャンバ3内の支持部19に載置された後、バルブ21、22が閉じていることを確認しバルブ20を開いて、内部を真空排気する。

【0081】貫通孔17を通流する媒体と熱の授受を行う恒温板15により、内部は試料室内部の温度と実質的に同一温度となるよう制御されている。

【0082】真空排気後バルブ20を閉じて、バルブ21、22を開き、内部へヘリウムガスを導入する。

【0083】恒温板15とガラス基板1との間にヘリウムガスが介在することにより、恒温板15からの輻射による温度制御の効率が向上する。またこの時ロードロックチャンバ3内部は減圧下にあるため導入される大気圧下に比べてヘリウムガス流量を少なくすることができる。

【0084】ここで、ヘリウムガスの平均自由行程について説明する。ガラス基板1表面と、ロードロックチャンバ3内壁との平均的な距離をdとすると、内部の圧力を低くすることにより、ヘリウムの平均自由行程を大きくすることができる。この負圧下での平均自由行程では熱伝導率は圧力に依存しない。

【0085】「真空の物理と応用」(熊谷寛夫 他著 昭和45年、裳華房より出版)によれば、例えば、25度、1トールでのヘリウム(He)の平均自由行程は0.15[mm]となり、酸素の平均自由行程は約0.05[mm]である。

【0086】ロードロックチャンバ3とガラス基板1表面との距離dは通常、数~10[mm]程度であるから、ヘリウムガスの圧力は高々数トールで良いことになる。この数値からも分かるように、高価なヘリウムガス

の消費量を低くすることができる。

【0087】また、ヘリウムガス導入量が少ないため、ガス導入時のロードロックチャンバ3内に存在する粒子の舞い上がりを抑制することができる。

【0088】なお、空気を用いる場合は上の例で述べた如く、dを1[mm]程度になる様な構成とすることが必要である。

【0089】以上述べたような第3の実施の形態では、不活性ガスを温度制御手段が設けられるロードロックチャンバ3内に導入することにより、熱輻射のみの場合よりも格段に高効率でガラス基板1の温度を所定値にすることができる。よって、高精度の描画を行う場合の同一温度への待機による無駄時間を省くことができる。

【0090】尚、本発明は上記実施の形態には限定されず、その主旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施できることは言うまでもない。例えば、断熱板内を通流する媒体は液体でなくとも、恒温板と熱の授受が可能であれば、気体であっても構わず、その場合には恒温板に吹き付け用の貫通孔を設けて対応するもできる。

【0091】また、媒体が通流する流路は、断熱板内に形成された貫通孔でなくとも、恒温板と熱の授受が可能であれば恒温板と断熱板との間に媒体が通流する流路が形成された板を挟み込んで設けても良い。

【0092】また、ガラス基板の恒温化ができれば、恒温板を使わなくとも、恒温化された気体例えば空気をガラス基板に吹き付けて行うことも可能である。

【0093】また、貫通孔には一定温度の媒体が通流しガラス基板の恒温化を行っているが、更に恒温化される時間を短縮する場合や試料室内の温度とガラス基板の温度差が大きい場合には、媒体の温度を一時的に適宜上下させてガラス基板の温度制御を行うこともできる。

【0094】また、マスク基板の予備室内への載置は、ロボットではなく使用者自らが載置することも可能である。

【0095】また、マスク基板の予備室内への搬送は、恒温板、断熱板がマスク基板の厚み方向に移動し、移動後にマスク基板を搬送し、搬送後恒温板、断熱板を元の位置に戻ることによって行うことも可能である。

【0096】また、カセットストックに温度制御手段を設けることも可能である。

【0097】また、補助的に荷電ビーム描画装置が設けられる雰囲気を試料室内の温度と実質的に同一となるよ

う温度制御を行うこともできる。

【0098】また、荷電ビーム描画装置について述べてきたが、基板表面を処理する装置であれば、レーザビームやイオンビームを用いて表面に処理を施す装置であれば各種適用できる。

【0099】また、基板は、ガラス基板には限定されず、表面が処理される例えばX線マスク、EUV(Extreme Ultra Violet)マスクや、ウェハ、EB(Electron Beam)ステッパ用マスクなどに対しても適用できる。

【0100】また、恒温板の大きさは、マスク基板を一定の温度に保温することができれば、少なくともマスク基板と同じ、もしくはそれ以上の大きさであれば良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の荷電ビーム描画装置の第1の実施の形態の一部切欠上面図。

【図2】 本発明の荷電ビーム描画装置の第1の実施の形態の温度制御手段の断面図。

【図3】 本発明の荷電ビーム描画装置の第2の実施の形態の温度制御手段の縦断面図と横断面図。

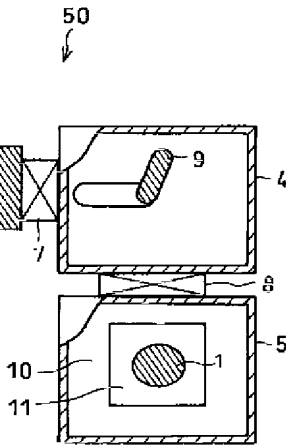
【図4】 本発明の荷電ビーム描画装置の第3の実施の形態の温度制御手段の断面図。

【図5】 従来の荷電ビーム描画装置の一部切欠上面図。

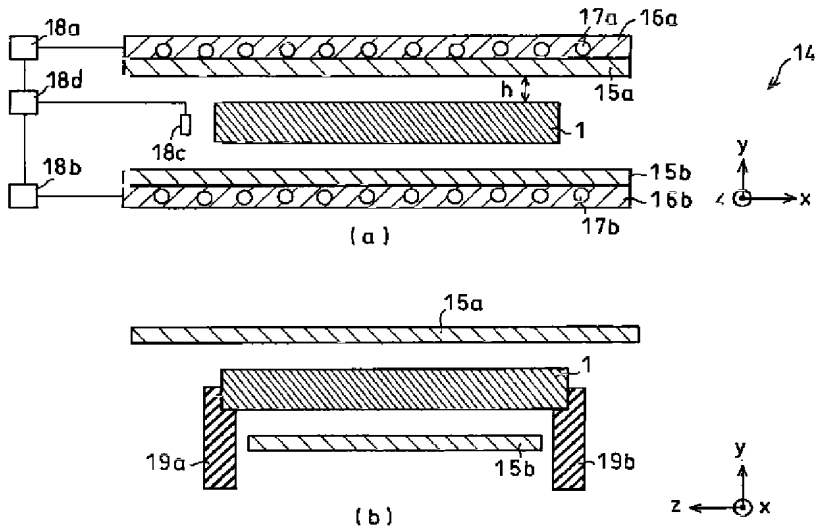
【符号の説明】

- 1 ガラス基板
- 2 カセットストック
- 3 ロードロックチャンバ
- 4 ロボット室
- 5 試料室
- 6、7、8、13 ゲートバルブ
- 9 ロボット
- 10 ステージ
- 11 鏡筒
- 12 予備室
- 14 温度制御手段
- 15、15a、15b 恒温板
- 16、16a、16b 断熱板
- 17、17a、17b 貫通孔
- 18a、18b、18c 温度センサ
- 19a、19b 支持部

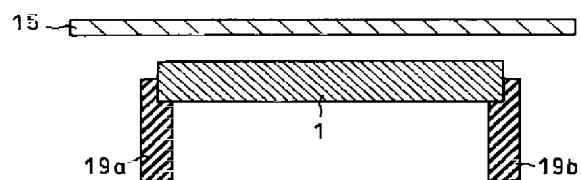
【図 1】



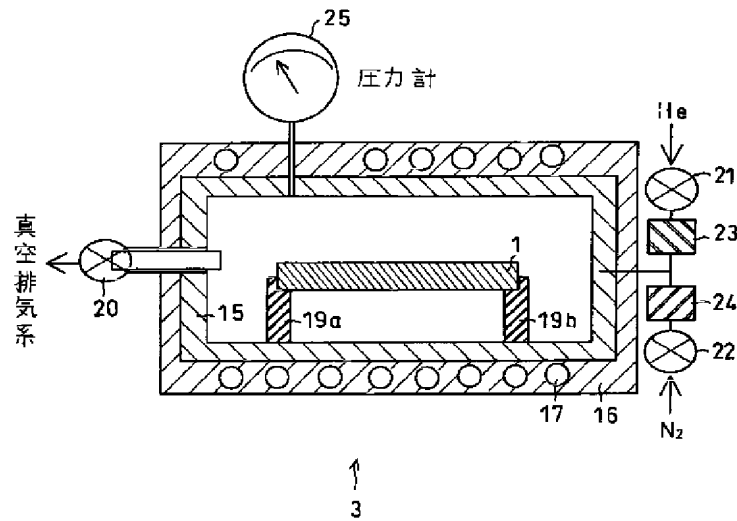
【图2】



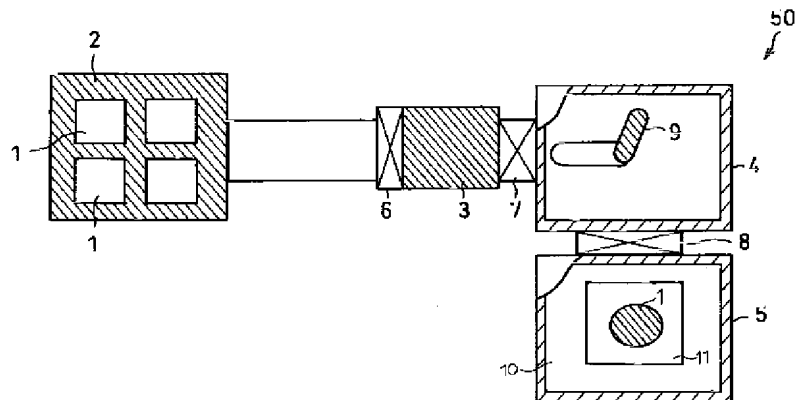
【图3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 服部 清司
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内
(72)発明者 明野 公信
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(72)発明者 高松 潤
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内
(72)発明者 下村 尚治
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内
Fターム(参考) 2H095 BA08 BB09 BB10 BB34 BB37
BB38
5C001 AA07 AA08 BB01 CC06 DD02
5C034 BB05 BB06